

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001244503 A**

(43) Date of publication of application: 07.09.01

(51) Int. Cl.

**H01L 33/00**

(21) Application number: 2000388964

(22) Date of filing: 21.12.00

(30) Priority: 21.12.99 JP 11362722

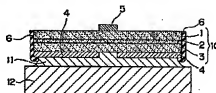
(71) Applicant: **NICHIA CHEM IND LTD**(72) Inventor: **YAMADA MOTOKAZU**(54) **NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING  
DEVICE**

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED.** To provide a nitride gallium compound semiconductor light emitting device which is lessened in size and high in emitted light extraction efficiency.

**SOLUTION:** A nitride semiconductor light emitting device is equipped with a light emitting layer interposed between an N layer of N-type gallium nitride semiconductor and a P layer of P-type gallium nitride semiconductor. An N-side ohmic electrode is formed on a part of the surface of an N layer as the primary surface of a laminated thin plate composed of an N layer, the light emitting layer, and a P layer. A P-side ohmic electrode is formed on the surface of a P layer as the other primary surface of the laminated thin plate.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-244503

(P2001-244503A)

(43) 公開日 平成13年9月7日(2001.9.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

データベース<sup>\*</sup>(参考)

C

E

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-388964(P2000-388964)

(22) 出願日 平成12年12月21日(2000.12.21)

(31) 優先権主張番号 特願平11-362722

(32) 優先日 平成11年12月21日(1999.12.21)

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 山田 元暲

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

学工業株式会社内

(74) 代理人 100074354

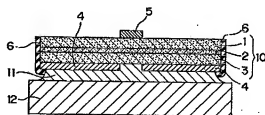
弁理士 豊橋 康弘 (外1名)

(54) 【発明の名称】 窒化物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 小型化が可能でかつ発光した光の取り出し効率が低い窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 n型窒化ガリウム系半導体からなるn層とp型窒化ガリウム系半導体からなるp層との間に発光層を有する窒化物半導体発光素子において、n側オーミック電極は、n層、発光層及びp層からなる積層薄板の一方の主面であるn層の表面の一部に形成され、p側オーミック電極は、積層薄板の他方の主面であるp層表面に形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型窒化ガリウム系半導体からなるn層とp型窒化ガリウム系半導体からなるp層との間に発光層を有する窒化物半導体発光素子において、n側オーム電極は、上記n層、上記発光層及び上記p層が積層されてなる積層層板の一方の主面である上記n層の表面の一部に形成され、p側オーム電極は、上記積層層板の他方の主面であるp層表面に形成されていることを特徴とする窒化物半導体発光素子。

【請求項2】 上記積層層板において、上記n層及びp層の少なくとも一方は複数の層からなる請求項1に記載の窒化物半導体発光素子

【請求項3】 上記p側オーム電極は、上記積層層板の他方の主面であるp層表面において、上記n側オーム電極と対向する部分を除いて形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項4】 上記p側オーム電極は、上記積層層板の他方の主面であるp層表面における、上記n側オーム電極と対向する部分を除くほぼ全面に形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項5】 上記n層及びp層はそれぞれ有機金属気相成長法により成長されてなる請求項1〜4のうちのいずれか1項に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項6】 上記窒化物半導体発光素子はさらに、上記積層層板と接合された導電性基板を備え、該導電性基板は上記p側オーム電極と導電性接着剤によって接合されている請求項1〜5のうちのいずれか1項に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項7】 上記積層層板の両面に絶縁保護膜が形成されている請求項1〜6のうちのいずれか1項に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項8】 上記導電性基板は金属板である請求項6又は7記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項9】 上記導電性接着剤ははんだである請求項6〜8のうちのいずれか1項に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項10】 上記導電性基板は、上記積層層板が接合された一方の主面と側面とが交わる辺に沿って、凹部が形成されたことを特徴とする請求項6〜9のうちのいずれか1項に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項11】 複数の窒化物半導体発光素子を製造する方法であって、

基板上に、窒化ガリウム系半導体からなるn層、窒化ガリウム系半導体活性層及び窒化ガリウム系半導体からなるp層を順次成長させることと、

上記p層上に、各素子毎にそれぞれ該p層とオーム電極とを形成することと、

上記p側オーム電極上にそれぞれ第1導電性接着剤

層を形成することと、各素子に分離するための素子分離溝を上記基板に達するように形成することと、

一方の主面に、第2導電性接着剤層が形成された導電性基板を、その第2導電性接着剤層と上記第1導電性接着剤層とを接合することにより上記基板に接合することと、

上記基板側からレーザ光を照射することにより、上記基板を分離することと、

上記素子分離溝において上記導電性基板を分割することにより個々の窒化物半導体発光素子に分離することを含む窒化物半導体発光素子の製造方法。

【請求項12】 上記製造方法はさらに、上記導電性基板に上記素子分離溝と対向する溝を上記一方の主面に形成することと、

上記第2導電性接着剤層を上記溝が形成された上記一方の主面に形成することを含む請求項11記載の窒化物半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は窒化物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、Ga<sub>2</sub>N、InGa<sub>2</sub>N、AlGa<sub>2</sub>N、InAlGa<sub>2</sub>N等の窒化ガリウム系化合物半導体を用いて構成された高輝度純緑色発光LED、青色LEDが、既にフルカラーLEDディスプレイ、交通信号、イメージスキャナ光源等の各種光源として実用化されている。この窒化ガリウム系化合物半導体を用いて構成されたLED素子は、一般に絶縁性のサファイア基板上にn型、p型の窒化ガリウム系化合物半導体が成長されて構成されるので、他のGaAs、GaAlP等の半導体基層を用いた他の発光素子と異なり、基板上に正又は負の一方の電極を形成して通電することは不可能である。

【0003】 従って、窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLED素子では、正、負の電極はいずれも半導体層側の同一面側に形成され、それぞれの電極に上からワイヤーボンディングして電極側から発光を観測したり、フリップチップボンディングして基板側から発光を観測している。具体的には、サファイア基板上にn型窒化ガリウム系化合物半導体層を介してp型窒化ガリウム系化合物半導体層を形成して、p型窒化ガリウム系化合物半導体層の一部を除去して露出させたn型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面にn側オーム電極を形成し、その残りのp型窒化ガリウム系化合物半導体層のほぼ全面にp側オーム電極を形成している。尚、p型窒化ガリウム系化合物半導体層のほぼ全面にp側オーム電極を形成する理由は、p型窒化ガリウム系化合物半導体層の抵抗がn型窒化ガリウム系化合物半導体層の抵抗より高いので、p型窒化ガリウム系化合物半導体層全体に電流を流すためには、p側オーム電極を広く形成す

る必要があるからである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、正及び負の電極を同一側面に形成した従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、上述のようにp型窒化ガリウム系半導体層の一部を除去してn側オーミック電極を形成しているため、p型窒化ガリウム系半導体層を除去した部分である非発光部の面積が比較的大きくなり、小型にできないという問題点があった。また、従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、半導体側(p型窒化ガリウム系半導体層側)から光を取り出す場合、p型窒化ガリウム系半導体層のほぼ全面に形成された透明電極を介して光を取り出すように構成するが、その場合、透明電極により光が減衰し取り出し効率が良くないという問題点があった。

【0005】そこで、本発明は、小型化が可能でかつ発光した光の取り出し効率が低い窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成するために、本発明に係る窒化物半導体発光素子は、n型窒化ガリウム系半導体からなるn層とp型窒化ガリウム系半導体からなるp層との間に発光層を有する窒化物半導体発光素子において、n側オーミック電極は、上記n層、上記発光層及び上記p層が積層されてなる積層層板の一方の主面である上記n層の表面の一部に形成され、p側オーミック電極は、上記積層層板の他方の主面であるp層表面に形成されていることを特徴とする。以上のように構成された本発明に係る窒化物半導体発光素子は、発光層で発光した光を、上記n層を介して上記積層層板の一方の主面から出力することができる。

【0007】以上のように構成された窒化物半導体発光素子は、従来例のようにp層を除去することなくn側オーミック電極を形成しているため、従来例と同じ外形の素子とした場合、従来例より大きな面積の発光層を形成することができる。従って、発光ダイオードとした場合、従来例より小型の素子で、従来例と同等の発光層の面積を得ることができる。また、本発明に係る窒化物半導体発光素子は、発光ダイオードとした場合、上記発光層で発光した光のうち上記p側オーミック電極に向かった光を上記p側オーミック電極によって反射させて上記n層の表面から出力することができるので、より光の取り出し効率を良くできる。これにより、本発明に係る窒化物半導体発光素子は、発光層で発光した光の取り出し効率を従来例と比較してよくできる。

【0008】さらに、以上のように構成された窒化物半導体発光素子は、n側オーミック電極を上記積層層板の一方の主面に形成し、p側オーミック電極を上記積層層板の他方の主面に形成しているため、n側オーミック電極とp側オーミック電極間の短絡防止が容易である。

尚、本明細書において、発光層とはn層とp層の間に位置して発光する活性層、及びn層とp層とのp-n接合により発光する場合のそのp-n接合部分の双方を含むものである。

【0009】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記積層層板において、上記n層及びp層の一方又は双方を複数の層で構成してもよい。すなわち、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記n層及びp層の一方又は双方をそれぞれ所望の機能を有する複数の層で構成することができ、これにより、発光ダイオードまたはレーザダイオード等の種々の発光素子とそれぞれ目的に応じて構成することができる。

【0010】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子で発光ダイオードを構成する場合、上記p側オーミック電極は、上記積層層板の他方の主面であるp層表面において、上記n側オーミック電極と対向する部分を除いて形成されていることが好ましい。このようにすると、上記n側オーミック電極に達しただけの光の取り出しが困難である上記n側オーミック電極直下の発光層への電流の供給を抑制することができるので、無駄な発光を抑えることができる。外部量子効率を良好にできる。

【0011】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子で発光ダイオードを構成する場合、上記p側オーミック電極は、上記積層層板の他方の主面であるp層表面における、上記n側オーミック電極と対向する部分を除くほぼ全面に形成されていることがさらに好ましい。このようにすると、上記n側オーミック電極直下の発光層を除く発光層全体に電流を供給することができるので、外部量子効率を高くできかつより発光強度を高くできる。尚、p層表面における、上記n側オーミック電極と対向する部分を除くほぼ全面に形成されているとは、p層表面のn側オーミック電極と対向する部分における概ね80%以上に形成されていることをいい、例えば、短絡防止のためにp層表面の周辺部分を除いて形成されているともよい。

【0012】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子において、上記n層、発光層及びp層はそれぞれ有機金属気相成長法により成長させることが好ましい。このようにすると、結晶性のよいp層、発光層及びn層を形成することができ、良好な発光特性が得られる。

【0013】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子はさらに、上記積層層板と接合された導電性基板を備え、該導電性基板は上記p側オーミック電極と導電性接着剤によって接合されていることが好ましい。このように構成すると、導電性基板により積層層板を補強して窒化物半導体発光素子の取り扱いを容易にできる。

【0014】さらに、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記積層層板の側面に絶縁保護膜が形成されていることが好ましい。これにより、p側オーミック電極とn層との短絡を防止でき、また、導電性接着剤により

導電性基板を接着する場合、p側オーミック電極が導電性接着剤によりn層と短絡するのを防止できる。

【0015】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記導電性基板は導電性に優れた金属板とすることができる。また、上記導電性接着剤としてAu-Sn等のはんだを用いることができる。

【0016】さらに、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記導電性基板において、上記積層基板が接合された一方の主面と側面とが交わる辺に沿って、凹部が形成されていてもよい。

【0017】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子の製造方法は、複数の窒化物半導体発光素子を製造する方法であって、基板の上に、窒化ガリウム系半導体からなるn層、窒化ガリウム系半導体活性層及び窒化ガリウム系半導体からなるp層を順次成長させることと、上記p層上に、各素子毎にそれぞれ該p層とオーミック接触するp側オーミック電極を形成することと、上記p側オーミック電極上にそれぞれ第1導電性接着剤層を形成することと、各素子毎に分離するための素子分離溝を上記基板に達するように形成することと、一方の主面に、第2導電性接着剤層が形成された導電性基板を、その第2導電性接着剤層と上記第1導電性接着剤層とを接合することにより上記基板に接合することと、上記基板側からレーザ光を照射することにより、上記基板を分離することと、上記素子分離溝において上記導電性基板を分割することにより個々の窒化物半導体発光素子に分離することを含むことを特徴とする。

【0018】また、本発明に係る製造方法ではさらに、製造工程において、各素子の側面に上記導電性接着剤の付着を防止するために、上記導電性基板に上記素子分離溝と対向する溝を上記一方の主面に形成することと、上記第2導電性接着剤層を上記溝が形成された上記一方の主面に形成することを含むことが好ましい。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明に係る実施の形態の窒化物半導体発光素子について説明する。

実施の形態1. 本実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、例えば、金属板からなる導電性基板12上に、それぞれ窒化ガリウム系半導体からなるn層1、活性層2及びp層3が積層される積層基板10が設けられてなる発光ダイオード(LED)である。ここで、本発明における積層基板は、例えば、10 $\mu$ m程度の極めて薄い薄板である。

【0020】詳細には、積層基板10の一方の主表面(n層1の表面)の一部に円形のn側オーミック電極5が形成され、積層基板10の他方の主表面(p層1の表面)にp側オーミック電極4が形成されて、発光素子が構成される。ここで、n側オーミック電極5は、図2に示すように、n層1の表面の中央部に形成され、p側

オーミック電極4は、発光層である活性層2の全体に電流が流れるように、積層基板10のp層1の表面のうち、n側オーミック電極5との対向部分を除くほぼ全面に形成される。このように、n側オーミック電極5をn層1の表面の中央部の一部に形成し、p側オーミック電極4をp層1の表面のほぼ全面に形成することにより活性層2の全体に電流が流れるようにできるのは、以下のような理由によるものである。

【0021】すなわち、窒化ガリウム系化合物半導体において、n型層はp型層に比較して抵抗が低いために、n層の一部にn側オーミック電極を形成することによりn層内において電流を拡散することができるのに対し、比較的高い抵抗がn層内では電流を拡散させることができないので、p側オーミック電極内において電流を拡散させる必要があるからである。

【0022】そして、本実施の形態1では、n側オーミック電極5とp側オーミック電極4が形成された積層基板10は、p側オーミック電極4と導電性基板12の上面とが導電性接着剤11で接合されて導電性基板12上に固定される。尚、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子においては、導電性接着剤11が積層基板10の側面に周り込んだ場合に、p側オーミック電極4と発光層又はn層1との短絡及びp層3とn層1との側面の短絡を防止するために、積層基板10の側面に絶縁膜6が形成されている。

【0023】以上のように構成された本実施の形態1の窒化物半導体発光素子において、導電性基板12とn側オーミック電極5とに電圧を印加することにより、活性層2に電流を供給して活性層2で発光させる。そして、活性層で発光された光は、n層1を介して出力される。

【0024】以上のように構成された実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、積層基板10の両面にn側オーミック電極5とp側オーミック電極4とを形成しているので、従来例のようにp層を除去することなくn側オーミック電極を形成することができる。この様に構成したことにより、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、従来例のようにp層を除去することによりn層を露出する必要がないので、従来例と同じ外形の素子であっても、従来例より大きな面積の活性層を形成することができる。

【0025】また、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、活性層2で発光した光のうちp側オーミック電極4に向かった光は、p側オーミック電極4によって反射されてn層1の表面から出力されるので、より光の取り出し効率を良くできる。ここで、本明細書において、光の取り出し効率とは、発光した光のうち、発光側面(n層1の表面)から出力される光の割合をいう。尚、このp側オーミック電極4は、Ni-Au及びNi-Pt等で形成することができるが、光の取り出し効率を考えると、光に対する反射率の高いNi-Ptを用いるこ

とが好ましい。

【0026】また、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、n側オーミック電極5を積層基板10の一方の主面(上面)に形成し、p側オーミック電極を積層基板10の他方の主面(下面)に形成することにより、両面に分離して形成しているため、n側オーミック電極とp側オーミック電極間の短絡防止が容易にできる。また、本実施の形態1では、n側オーミック電極5を積層基板10の一方の主面の中央部に形成しているため、n側オーミック電極5とp側オーミック電極4との距離をより大きくすることができ、n側オーミック電極とp側オーミック電極間の短絡防止がより効果的にできる。さらに、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、n側オーミック電極5とp側オーミック電極4とを積層基板の両面に分離して形成しているため、n側オーミック電極とp層3との間、p側オーミック電極4とn層2との間の短絡が防止できる。

【0027】また、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、p側オーミック電極4を積層基板10のp層3の表面において、n側オーミック電極5と対向する部分を除くほぼ全面に形成するようにしている。このように構成すると、p層3の抵抗値が比較的大きいため、p側オーミック電極4が形成されていない部分と対向する活性層2に対する電流供給を抑制できる。これにより、n側オーミック電極5に達してから光の取り出しが困難であるn側オーミック電極5直下の活性層への電流の供給を抑制することができるので、無駄な発光を抑えることができ、外部量子効率を良好にできる。また、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子では、p側オーミック電極4を、p層3の表面においてn側オーミック電極5と対向する部分を除いた概ね80%以上の面積にあたるほぼ全面に形成するようにしているため、発光層全体にわたって電流を供給することができ、発光強度を強くできる。尚、本発明は、p側オーミック電極4の大きさにより限定されるものではないが、好ましくは、p側オーミック電極4を、p層3の表面においてn側オーミック電極5と対向する部分を除いた60%以上の面積にあたる部分に形成し、より好ましくは、上述のように80%以上のほぼ全面に形成する。

【0028】また、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子では、積層基板10において、n層1及びp層3の一方又は双方を複数の窒化物半導体層で構成することもできる。また、活性層2も単層であっても多層であってもよい。従って、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子では、例えば、n層1及びp層3をそれぞれ、コンタクト層、クラッド層等の必要な機能に対応させた複数の層で構成することができ、用途に応じた発光特性を実現することができる。すなわち、本実施の形態1によれば、目的に応じて種々の特性のLED素子を構成することができる。

【0029】本実施の形態1の窒化物半導体発光素子における各層の例を挙げれば、以下のようなものである。尚、本発明が以下の層に限られるものではないことは言うまでもない。n層1のコンタクト層としては、例えば、Siドープのn型Ga<sub>0.9</sub>N層、n層1のクラッド層としては、例えば、Siドープのn型AlGa<sub>0.9</sub>N層、p層3のコンタクト層としては、例えば、Mgドープのp型Ga<sub>0.9</sub>N層、p層3のクラッド層としては、例えば、Mgドープのp型AlGa<sub>0.9</sub>N層、活性層2としては、InGa<sub>0.9</sub>N層、Ga<sub>0.9</sub>NとInGa<sub>0.9</sub>Nとの単一又は多重量子井戸層、InGa<sub>0.9</sub>N障壁層とその層とは組成比の異なるInGa<sub>0.9</sub>N井戸層からなる単一又は多重量子井戸層等である。また、n層1及びp層3は、アンドープの窒化物半導体層をさらに含んでもよい。

【0030】また、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子は、積層基板10と接合された導電性基板を備えているため、極めて薄い積層基板10を機械的強度を強くできる素子の取り扱いを容易にできる。さらに、本実施の形態1では、該導電性基板12がp側オーミック電極4と導電性接着剤によって接合されているため、導電性基板12を介して発光素子部に電流を供給できる。

【0031】またさらに、本実施の形態1の窒化物半導体発光素子では、積層基板10の側面に絶縁保護膜6が形成されているため、p側オーミック電極4とn層1との短絡を防止できかつ、導電性接着剤6が積層基板10の側面に回り込んだ場合にp側オーミック電極4がn層1と短絡することを防止できる。

【0032】次に、図3～図5を参照しながら本実施の形態1の窒化物半導体発光素子の製造方法について説明する。

(第1工程) 第1工程では、サファイア基板20上に、窒化ガリウム系半導体からなるn層1、窒化ガリウム系半導体活性層2及び窒化ガリウム系半導体からなるp層3を、例えば、有機金属気相成長法(MOCVD法)により順次成長させることにより形成する(図3(a))。

【0033】(第2工程) 第2工程では、p層3上に、例えば、Ni-Au、Ni-Pt等からなり該p層3とオーミック接触するp側オーミック電極4aをそれぞれ各窒化物半導体発光素子に対応させて形成する(図3(b))。

(第3工程) 第3工程では、各p側オーミック電極4a上にそれぞれ、例えば、Au-Snからなる第1導電性接着剤層11aを形成する(図3(c))。

【0034】(第4工程) 第4工程では、各p側オーミック電極4aと第1導電性接着剤層11aを覆うようにSiO<sub>2</sub>マスク21を形成し、該SiO<sub>2</sub>マスク21を用いて個々の窒化物半導体発光素子に分離するための素子分離溝31を形成する(図3(d))。

(第5工程) 第5工程では、素子分離溝31及びSiO<sub>2</sub>

マスク21を全て覆うように、 $\text{SiO}_2$ マスク22を形成する(図3(e))。

【0035】(第6工程)第6工程では、素子分離溝31内の $\text{SiO}_2$ マスク21及び各素子の周辺部を覆うように、レジスト23を形成し(図4(a))、レジスト23をマスクとして、 $\text{SiO}_2$ マスク21、22をエッチングすることにより、第1導電性接着剤層11a上の $\text{SiO}_2$ を除去する。これにより、図4(b)の下図に示すように、各素子の側面を覆う $\text{SiO}_2$ からなる絶縁保護膜6が形成される。

【0036】(第7工程)第7工程では、一方の面に、例えば、Au-Snからなる第2導電性接着剤層11bが形成された導電性基板12を、その第2導電性接着剤層11bが各素子の第1導電性接着剤層11aに対向するように、サファイア基板20上の各素子と導電性基板12とを密着させて、例えば、400℃で圧力をかけることにより、サファイア基板20上の各素子と導電性基板12とを接合する(図4(b)(c))。尚、導電性基板12としてA1等の金属板を使用する場合、Au-Snからなる第2導電性接着剤層11bは、Ti又はW層を介して導電性基板12上に形成することが好ましい。また、図において、第1導電性接着剤層11aと第2導電性接着剤層11bが融合して一体化した層を導電性接着剤11として示している。

【0037】(第8工程)第8工程では、図4(c)に示すように、サファイア基板20側から所定のレーザ光を照射することにより、サファイア基板20を分離する。ここで、本工程では、サファイア基板20を透過しn層1で吸収されるレーザ光を用いることができる。すなわち、サファイア基板20を透過しn層1で吸収されるレーザ光を、例えば、600mJ/cm<sup>2</sup>程度の所定の強さでサファイア基板20側から照射すると、サファイア基板とn層1の境界近傍に位置するn層1において吸収されてその境界近傍で発熱しその熱によって分離することができる。例えば、サファイア基板とn層1の境界近傍に位置するn層1がGaNである場合、そのGaNは3.65nm以下の波長の光を吸収するので、例えば、KrFエキシマレーザ光(248nm)を用いることができる。

【0038】(第9工程)第9工程では、サファイア基板20が分離されて露出されたn層1の表面に各窒化物半導体発光素子にn側オーミック電極5を形成する(図5(b))。

(第10工程)第10工程では、素子分離溝31において導電性基板12をダイシングすることにより、個々の窒化物半導体発光素子に分離する(図5(c))。以上のようにして、図1に示す窒化物半導体発光素子を製造することができる。

【0039】以上の本実施の形態1の製造方法では、n層1、活性層2及びp層3をそれぞれ有機金属気相成長

法により成長させているので、結晶性のよいn層1、活性層2及びp層3を形成することができ、良好な発光特性を有する窒化物半導体発光素子を作製することができる。また、本実施の形態1の製造方法においては、サファイア基板20上に、例えば、GaNが低温で成長されたGaNバッファ層を形成し、その上にn層1、活性層2及びp層3を成長させるようにしても良く、このようにすると、より結晶性のよいn層1、活性層2及びp層3を形成することができ、より良好な発光特性を有する窒化物半導体発光素子を作製することができる。

【0040】実施の形態2。以下、本発明に係る実施の形態2の窒化物半導体発光素子について説明する。本実施の形態2の窒化物半導体発光素子は、実施の形態1の窒化物半導体発光素子において、導電性基板12に代えて、導電性基板112を用いて構成した以外は実施の形態1と同様に構成される。ここで、実施の形態2の窒化物半導体素子において、導電性基板112は、素子に接合される一方の主面と側面とが交わる辺に沿って、凹部113aを有することを特徴とし、以下のような優れた作用効果を有する。

【0041】以下、本発明に係る実施の形態2の窒化物半導体発光素子の製造方法について説明する。実施の形態2の窒化物半導体発光素子は、実施の形態1の製造方法において、第7工程を以下のように変更する以外は、実施の形態1と同様に作製される。すなわち、実施の形態2における第7の工程では、例えば、Siからなる導電性基板112に、あらかじめ、エッチング又はゲイサー、スクライプ等で溝113を形成しておき、溝113が形成された導電性基板112上の全面にAuからなる層を薄く形成する。ここで、溝113を形成するエッチングは、RIE等のドライエッチング又はエッチング液を用いたウェットエッチングのいずれを用いてもよい。また、このAuからなる層は、Au-Snからなる導電性接着剤を用いる場合の好ましい形態として形成するものであり、本願発明において必須の構成ではない。

【0042】ここで、導電性基板112に形成された溝113は、例えば、幅50μm、深さ5μmに形成され、図6に示すように、サファイア基板20を接合した時に、素子を分離するために形成された素子分離溝31と中心が一致するように格子状に形成される。次に、導電性基板112のAuが形成された面に、例えば、Au-Snからなる第2導電性接着剤層11cを例えば1~3μmの厚さに形成する。この時、第2導電性接着剤層11cは、溝113に沿って溝113と実質的に同一断面形状を有する窪み114aが形成されるように形成する。【0043】以上のように構成した第2導電性接着剤層11cが形成された導電性基板112を、第2導電性接着剤層11cが各素子の第1導電性接着剤層11aに対向するように、サファイア基板20上の各素子と導電性基板112とを密着させて、例えば、400℃で圧力をか

けることにより、サファイア基板20上の各素子と導電性基板112とを接合する(図6(b))。この際、圧縮されることにより素子分離溝31(溝113)に囲まれた素子部分からはみ出した導電性接着剤11a、11cは、溝113に沿って形成された窪み114aを埋めるように移動する。

【0044】尚、図において、第1導電性接着剤層11cと第2導電性接着剤層11bが融合して一体化した層を導電性接着剤11としている。第8の工程以降は実施の形態1と同様にして作製されるが(図7(a)(b)(c))、本実施の形態2では導電性基板112に素子分離溝31に対向するように溝113を形成しているもので、ちょうどその溝113を2分するように各素子に分割される。これにより、個々の素子に分離された後の各素子の導電性基板112において、導電性接着剤11が形成された一方の主面と側面とが交わる辺に沿って、溝113が2分されてなる凹部113aが形成される。

【0045】以上説明したような実施の形態2の製造方法によれば、導電性基板112において、素子を分離する位置に格子状に溝113が形成されているので、サファイア基板20上の各素子と導電性基板112とを密着させて温度と圧力をかけることにより接合する際に、素子部分からはみ出した導電性接着剤11a、11cを溝113内に誘導することができると、素子分離溝31内に形成された絶縁保護膜6の上に導電性接着剤11が付着することを防止できる。すなわち、絶縁保護膜6の上に導電性接着剤11が付着すると、その付着した導電性接着剤により素子の側面から出力される光が遮られ、光の取り出し効率が低下するという問題がある。しかしながら、本実施の形態2では、上述のように絶縁保護膜6上への導電性接着剤11の付着が防止できるので、光の取り出し効率を低下させることはない。

【0046】また、本実施の形態2では、素子部分からはみ出した導電性接着剤11a、11cを溝113内に誘導して、素子分離溝31内に形成された絶縁保護膜6の上に導電性接着剤11が付着することをより効果的に防止するために、溝113の幅を素子分離溝31の幅より広く設定することが好ましい。

【0047】また、本実施の形態2において、導電性接着剤としてAu-Snを使用する場合、導電性基板112の導電性接着剤を塗布する面には、Au-Snとぬれ性が良好なAuが形成されることが好ましく、このようにすると、サファイア基板20上の各素子と導電性基板112とを密着させる際に、素子部分からはみ出した導電性接着剤11a、11cを溝113内により効果的に誘導することができるので、素子分離溝31内に形成された絶縁保護膜6の上に導電性接着剤11が付着することを効果的に防止することができる。

【0048】また、本実施の形態2において、導電性接着剤112としてAu-Snを使用した時に、導電性基板

112の導電性接着剤を塗布する面にAuを形成すると、接合後の導電性接着剤(Au-Sn)11中のAuに対するSnの含有量が相対的に減少する。これにより、接合後の導電性接着剤11の融点が高くなり、後の工程において溶けにくくなるという利点がある。

【0049】以上の実施の形態2では、導電性基板112としてSi基板を使用した例を示した。本実施の形態2において、導電性基板112としてSi基板を使用すると、個々の素子に分割する際に容易であるという利点がある。しかしながら、本発明はこれに限られるものではなく、金属からなる基板を導電性基板112として用いてもよい。

【0050】変形例。以上説明した実施の形態の窒化物半導体発光素子では、導電性基板12を用いて構成したが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば、絶縁性基板の上にp側オーミック電極4と接続する電極層を形成した基板を用いることもできる。また、本実施の形態の窒化物半導体発光素子では、導電性基板又は電極層を形成した絶縁性基板の上に、複数の素子(積層基板10にn側オーミック電極とp側オーミック電極4を形成した状態のもの、すなわち、図1において導電性基板12と導電性接着剤11を除いた状態のもの)を所定の配列に配置するように構成してもよい。すなわち、本発明に係る窒化物半導体発光素子は、積層基板10にn側オーミック電極とp側オーミック電極4を形成した素子を備え、種々の変形が可能である。

【0051】また、上述の実施の形態では、導電性接着剤としてAu-Snはんだを用いた例を示したが、本発明はこれに限らず、他の金属合金からなるはんだ、導電性の樹脂からなる接着剤等、種々の導電性接着剤を用いることができる。

【0052】以上の実施の形態では、発光ダイオードである窒化物半導体発光素子について説明したが、本発明は発光ダイオードに限らず、レーザダイオード(LD素子)に適用することもできる。本発明をレーザダイオードに適用する場合、例えば、積層基板10の一方の主面に一端面から他端面に至るストライプ状のn側オーミック電極を形成し、積層基板10の他方の主面にそのn側オーミック電極と対向するようにストライプ状のp側オーミック電極を形成する。尚、n層、p層及び活性層はレーザダイオードを構成する上で必要な機能に対応させて単層又は複数の層で構成する。このようにすると、n側オーミック電極とp側オーミック電極の間でレーザ発振させることができる。

【0053】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、小型化が可能でかつ発光した光の取り出し効率が高い窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することができる。



【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る実施の形態1の窒化物半導体発光素子の断面図である。

【図2】 実施の形態1の窒化物半導体発光素子の平面図である。

【図3】 実施の形態1の窒化物半導体発光素子の製造方法における工程（第1工程～第5工程）のフローを示す模式的な断面図である。

【図4】 実施の形態1の窒化物半導体発光素子の製造方法における工程（第6工程～第8工程）のフローを示す模式的な断面図である。

【図5】 実施の形態1の窒化物半導体発光素子の製造方法における工程（第8工程～第10工程）のフローを示す模式的な断面図である。

【図6】 実施の形態2の窒化物半導体発光素子の製造方法における工程（第7工程～第8工程）のフローを示す模式的な断面図である。

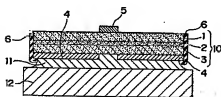
【図7】 実施の形態2の窒化物半導体発光素子の製造方法における工程（第8工程～第10工程）のフローを示す模式的な断面図である。

示す模式的な断面図である。

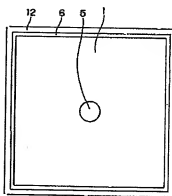
【符号の説明】

- 1…n層、
- 2…窒化ガリウム系半導体活性層、
- 3…p層、
- 4…p側オーミック電極、
- 5…n側オーミック電極、
- 6…絶縁保護膜、
- 10…積層基板、
- 11…導電性接着剤、
- 11a…第1導電性接着剤層、
- 11b…第2導電性接着剤層、
- 12…導電性基板、
- 20…サファイア基板、
- 21、22… $\text{SiO}_2$ マスク、
- 23…レジスト、
- 31…素子分離溝、
- 113…溝。

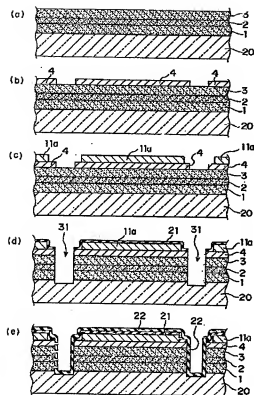
【図1】



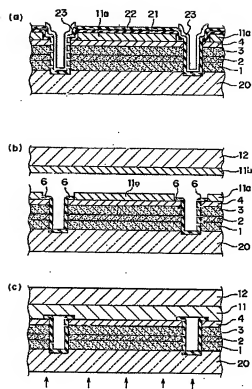
【図2】



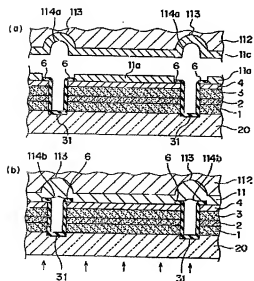
【図3】



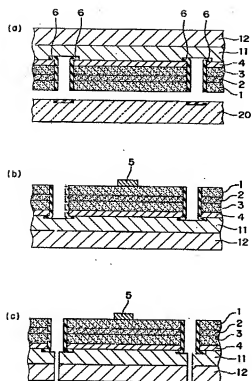
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

